



NEFORMALUS GAMTAMOKSLINIS UGDYMAS PRADINĖJE MOKYKLOJE: GLEIVŪNO *PHYSARUM POLYCEPHALUM* PANAUDOJIMAS EDUKACINĖJE VEIKLOJE

Aušrinė Raudoniūtė

Kauno technologijos universitetas, Lietuva

Santrauka

STEAM ugdymo kontekste nelengva atrasti inovatyvius metodus, kurie skatintų mokinių įsitraukimą ir lavintų praktinius įgūdžius. Šiame tyrime analizuotas Physarum polycephalum gleivūno panaudojimas neformaliame pradiniam gamtamoksliniame ugdyme vienoje privačioje Lietuvos mokykloje. Tyrimo tikslas buvo išanalizuoti šios inovacijos diegimo procesą, pagrindinius motyvus, iššūkius bei poveikį mokinių ugdymui. Pusiaus struktūruotu interviu nustatyta, kad P. polycephalum unikalumas, paprastas auginimas ir tarpdalykinis pritaikomumas skatino mokinių smalsumą, kūrybiškumą ir kritinį mąstymą. Užsiėmimai leido mokiniams įgyti laboratorinių įgūdžių, pažinti mikrobiologiją ir eksperimentinę biologiją. Nors veiklą lydėjo iššūkiai, tokie kaip mikrobiologinės taršos kontrolė, tinkamas pasiruošimas ir sąlygų užtikrinimas padėjo juos įveikti. Tyrimo rezultatai parodė, kad ši edukacinė praktika gali praturtinti STEAM ugdymą, įtraukiant mokinius į aktyvų mokymosi procesą ir stiprinant jų gebėjimą spręsti problemas. Sėkmingam metodo taikymui būtinas pedagogų pasirengimas, informacijos sklaida bei nuoseklus metodikos tobulinimas. Physarum polycephalum naudojimas turi potencialą tapti inovatyvia priemone, skatinančia mokinių domėjimąsi gamtos mokslais ir jų praktinį pritaikymą.

Pagrindiniai žodžiai: STEAM ugdymas, edukacinė inovacija, Physarum polycephalum, neformalus ugdymas, tyrimais grįstas mokymasis

Išvadas

Dabartinėje švietimo sistemoje dažnai akcentuojama inovacijų diegimo svarba, siekiant pagerinti mokymo kokybę ir skatinti mokinių įsitraukimą. Edukacinės inovacijos gali būti įvairios – nuo naujų mokymo metodų iki pažangių technologijų taikymo. Moksliniai tyrimai rodo, kad edukacinių inovacijų taikymas gali reikšmingai pagerinti mokinių mokymosi rezultatus ir motyvaciją (Murashchenko, 2022). Anot Parrilla (1999) inovatyvūs mokymo metodai, kaip fenomenu grįstas mokymas, problemų sprendimu pagrįstas mokymasis ir tiriamasis mokymasis, padeda mokiniams aktyviau dalyvauti mokymo procese ir įgyti svarbių įgūdžių, tokių kaip kritinis mąstymas ir problemų sprendimas.

Šio tyrimo kontekste nagrinėjama edukacinė inovacija – *Physarum polycephalum* gleivūno naudojimas neformalaus gamtamokslinio ugdymo pamokose pradinėje mokykloje. Minimas vienaląstis organizmas, nors ir neturi smegenų ar nervų sistemos, pasižymi ypatingomis kognityvinėmis savybėmis, kurios gali būti taikomos įvairiuose edukaciniuose kontekstuose. *P. polycephalum* naudojimas edukacijoje yra nauja ir inovatyvi praktika, kuri gali padėti mokiniams geriau suprasti biologinius procesus ir plėtoti mokslinius tyrimus. Šis organizmas gali būti naudojamas mokslinėms demonstracijoms, siekiant parodyti natūralius sprendimo priėmimo procesus, aplinkos signalų suvokimą ir informacijos integraciją (Beekman ir Latty, 2015). Be to, gleivūno *P. polycephalum* naudojimas gali skatinti mokinių domėjimąsi biologija ir mokslu apskritai, padedant jiems

suprasti sudėtingas mokslines koncepcijas per praktinius užsiėmimus, o taip pat ugdyti teigiamas vertybes, suvokiant gyvybės įvairovę ir jos trapumą. Tyrėjai pastebėjo, kad *P. polycephalum* gali būti naudojamas kaip modelis, tyrinėjant ląstelių struktūros ir funkcijų evoliuciją (Glöckner ir kt., 2008). Šis organizmas yra lengvai auginamas laboratorijoje ir gali būti naudojamas įvairių biologinių eksperimentų metu, tokių kaip ląstelių ciklo, citoskeletinių baltymų ir signalinių kelių tyrimai (Schaap ir kt., 2015).

Tyrimo objektas – Roko Rulevičiaus vykdoma veikla Vaikų meninėje studijoje „Diemedis“, kur edukatorius jau 7 mėnesius vedė įvairių tematikų neformalius gamtamokslinius užsiėmimus pradinį klasių moksleiviams. Per šį laikotarpį Rokas gerai pažino vaikus – suprato jų pomėgius, emocijų kaitą ir interesus, o tai leido edukatoriui objektyviau stebėti ir vertinti vaikų įsitraukimą į *P. polycephalum* eksperimentus. Tuo tarpu ir vaikai jau buvo įpratę prie edukatoriaus darbo stiliaus bei metodų, kas taip pat prisidėjo prie sklandžios veiklos organizavimo.

Šio tyrimo tikslas – išanalizuoti ir įvertinti *P. polycephalum* gleivūno naudojimą edukacinėse veiklose, išanalizuojant vienos privačios pradinės mokyklos Lietuvoje atvejį, kurioje ši metodika buvo išbandyta tiriamojo edukacinės inovacijos diegėjo – Roko Rulevičiaus. Remiantis edukacinių inovacijų diegimo atvejo tyrimu, siekta suprasti, kokie yra šios inovacijos diegimo motyvai, kokie šaltiniai ir metodai buvo naudojami, kokie buvo pagrindiniai inovacijos tipai, kokie iššūkiai bei sėkmės veiksniai lydėjo šį procesą, kokie barjerai kilo.

Buvo išsikelti tyrimo klausimai:

1. Kokie buvo *P. polycephalum* diegimo motyvai ir metodai?
2. Kokie buvo pagrindiniai iššūkiai ir juos sprendžiančios strategijos?
3. Kokie buvo inovacijos diegimo rezultatai ir jos poveikis mokiniams?

Edukacinės inovacijos turinys

Gleivūnas *Physarum sp.*, tiksliau įvardijamas kaip dažniausiai gamtoje pasitaikanti rūšis *Physarum polycephalum* (Schwein, 1822), yra vienaląsčio organizmo pavyzdys, kuris priklauso *Myxomycetes* protistų karalystės klasei (1 pav.). Tai vienaląstis organizmas, neturintis smegenų ar centrinės nervų sistemos, tačiau pasižymintis vis dar mokslui nepaaiškinamomis kognityvinėmis savybėmis, tokiomis kaip trumpiausio kelio radimas per labirintą ir optimizuotų tinklų kūrimas (Beekman ir Latty, 2015).

1 paveikslas

Physarum polycephalum rastas miške ant trūnijančios medienos



P. polycephalum yra daug branduolių turintis vienaląstis organizmas, sugebantis judėti ir formuoti protoplazminius tinklus, kuriuose cirkuliuoja jo citoplazma. Šie tinklai leidžia gleivūnui optimaliai transportuoti maistines medžiagas ir išlaikyti ryšį su aplinka (Takamatsu ir kt., 2009). *P. polycephalum* taip pat geba prisitaikyti prie aplinkos sąlygų, keisdamas savo morfologiją ir augimo būdą.

Šio gleivūno gyvenimo ciklas yra gana sudėtingas ir apima keletą etapų: sporangijos, sporos, miksoamebos, zigotos, plazmodžio ir naujos sporangijos formavimas. Esant tam tikroms sąlygoms, sporos gali sudyti ir tapti miksoamebomis, kurios vėliau susijungia ir formuoja plazmodį – didelę, daug branduolių turinčią ameboidinę struktūrą (Chen ir kt., 2013).

P. polycephalum yra plačiai naudojamas mokslo tyrimuose dėl savo gebėjimo spręsti sudėtingas užduotis ir prisitaikyti prie aplinkos. Jis buvo naudojamas įvairiose srityse, tokiose kaip ląstelių biologija, ekologija, biofizika ir kompiuterių mokslas. Tyrimai parodė, kad šis gleivūnas gali spręsti trumpiausio kelio problemas, optimizuoti transporto tinklus ir atlikti biologinę kompiuterinę veiklą, t. y. dirbti ir spręsti sudėtingas užduotis tarsi biologinis kompiuteris (Bonifaci ir kt., 2011). Be to, *P. polycephalum* yra naudojamas tiriant morfologijos ir elgsenos ypatybes (Oettmeier ir kt., 2020).

Kaip teigė Alim ir kt. (2013), gleivūnas *P. polycephalum* yra puikus įrankis mokant biologijos, nes jis demonstruoja ne tokius įprastus ląstelių ir organizmų gyvenimo ciklus. Mokiniai ar studentai gali stebėti gyvą organizmą, jo judėjimą, tinklų kūrimą ir reakcijas į aplinkos pokyčius. Tai suteikia praktinę patirtį, kuri padeda geriau suprasti biologinius procesus ir ląstelių elgseną. Šis gleivūnas taip pat gali būti naudojamas mokant matematikos ir kompiuterių mokslo. Jo gebėjimas spręsti optimizavimo problemas ir kurti efektyvius tinklus gali būti integruotas į mokymo programas, siekiant parodyti, kaip biologiniai procesai gali būti taikomi matematinėms ir algoritminėms užduotims spręsti (Johannson ir Zou, 2012). Tai gali įkvėpti studentus domėtis tarpdalykiniais tyrimais ir inovatyviais problemų sprendimo būdais.

Physarum gleivūnas gali būti naudojamas ugdant kritinio mąstymo ir problemų sprendimo įgūdžius. Stebėdami ir analizuodami, kaip šis organizmas sprendžia įvairias užduotis ir prisitaiko prie aplinkos, studentai gali mokytis svarbių metodikų, tokių kaip hipotezių formulavimas, eksperimentų atlikimas ir duomenų analizė (Beekman ir Latty, 2015).

Gleivūnas gali būti naudojamas ir meniniams bei kūrybiniais projektams. Jo unikali elgsena ir gebėjimai gali būti integruoti į įvairius meninius ir technologinius eksperimentus, skatinant kūrybingumą ir inovacijas. Pavyzdžiui, Savić ir Grant (2022) aprašė atliktus eksperimentus, kuriuose *Physarum* gleivūnas buvo naudojamas ne tik kuriant biologinius tinklus, meninius kūrinius, bet ir ieškant būdų, suprasti socialinę ir kultūrinę sąveiką, nagrinėjant taršą, nusikalstamumą ir gentifikaciją miestų kontekstuose.

Nors *P. polycephalum* naudojimas mokomaisiais tikslais yra plačiai paplitęs pasaulyje, Lietuvoje šis metodas vis dar yra mažai naudojamas. Tai gali būti siejama su informacijos stoka apie gleivūno potencialą edukaciniuose kontekstuose ir ribotu resursų prieinamumu, t. y. sunku gauti patį gleivūną. Tačiau atsižvelgiant į tarptautinę patirtį ir tyrimus, galima būtų integruoti šią inovatyvią metodiką ir į Lietuvos švietimo sistemą. Gleivūno naudojimas galėtų praturtinti gamtos mokslų disciplinos ar atskirų šakų – biologijos, matematikos ir informatikos pamokas, skatinti kritinį mąstymą ir problemų sprendimo įgūdžius tarp mokinių (Li ir kt., 2019). Svarbu skatinti Lietuvos pedagogus ir švietimo institucijas atkreipti dėmesį į šias inovacijas ir pritaikyti jas praktikoje, siekiant tobulinti ugdymo procesą ir gerinti mokinių pasiekimus.

Visgi, Lietuvoje turime turbūt pirmąjį atvejį, kai mokykloje Vaikų meninė studija „Diemedis“ neformalių integruotų gamtos pamokų pradinukams metu, edukatorius Rokas Rulevičius pabandė įdiegti šią aprašytą inovaciją į savo vedamus „Mokslininkų“ būrelio užsiėmimus. Nuo šiol šiame darbe minėtas edukatorius bus vadinamas edukacinės inovacijos diegėju. Objektai 1–4 klasių pradinės mokyklos mokiniai, kurie lanko minėtą neformalų užsiėmimą.

Tyrimo metodologija

Tyrimo dizainas

Buvo pasirinktas pusiau struktūruoto interviu metodas. Tyrimas buvo atliktas taikant kokybinį atvejo tyrimo tipą, siekiant išsamiai išanalizuoti edukacinės inovacijos diegimo procesą, jo etapus ir rezultatus. Atvejo tyrimas, kaip tyrimo tipas, leidžia detalai ir kontekstualiai suprasti unikalų edukacinės praktikos aspektą, nagrinėjant vieną konkretų atvejį.

Tyrimo atveju buvo analizuojama Roko Rulevičiaus vykdoma veikla Vaikų meninėje studijoje „Diemedis“, kur jis tris savaites vedė gamtamokslinius užsiėmimus pradinėse klasių mokiniams. Šis atvejis yra unikalus Lietuvos kontekste, nes apima pirmąjį žinomą ir aprašytą bandymą integruoti *P. polycephalum* kaip edukacinę priemonę. Tyrimas vyko 2023 m. vasario–kovo mėnesiais, užsiėmimuose dalyvavo 15 pradinėse klasių mokinių (7–10 metų amžiaus).

Tyrimo instrumentas

Interviu klausimai buvo sugalvoti ir atrinkti pagal tam tikrą logiką. Žemiau pateikiama, ko buvo siekiama ir tikimasi išgirsti, pokalbio su inovacijos diegėju metu:

1 klausimas „Iš kur sužinojote apie gleivūną *Physarum polycephalum*?“ padeda išsiaiškinti respondento informacijos šaltinius apie gleivūną *Physarum sp.*, iš kur gimė idėja, nuo ko viskas prasidėjo. Tai gali pasitarnauti ir kitiems inovatoriams edukatoriams, kurie nuspręstų išbandyti šį protistą, kaip edukacinę priemonę. Uždavus klausimą, buvo tikimasi sužinoti, ar informacija buvo gauta iš mokslinių publikacijų, socialinių medijų, konferencijų ar asmeninių kontaktų.

2 klausimas „Kaip kilo mintis ir kas paskatino šį organizmą panaudoti kaip edukacinį pagrindą neformaliajame ugdyme?“ siekia atskleisti motyvus ir įkvėpimo šaltinius, lėmusius *Physarum* gleivūno naudojimą edukaciniame kontekste. Atsakymai padėtų suprasti, kokios idėjos ar įvykiai paskatino pasirinkti šį metodą. Tai gali apimti asmeninę patirtį, mokslinių tyrimų rezultatus arba kolegų rekomendacijas. Tai taip pat galėtų atskleisti edukatoriaus kūrybingumo ir inovatyvumo lygį bei galimus išorinius ir vidinius motyvus.

3 klausimu „Su kokio amžiaus mokinių grupe nusprendėte vykdyti ugdomąją veiklą, integruojant šį metodą su gleivūnu organizmu? Kodėl būtent šis nurodytas vaikų amžius?“ siekiama išsiaiškinti edukacijos tikslinę auditoriją ir suprasti pasirinkimo motyvus. Amžiaus grupės pasirinkimas gali atspindėti inovacijos diegėjo žinias apie skirtingo amžiaus vaikų ugdymosi poreikius ir gebėjimus. Buvo norėta sužinoti, kokios vaikų amžiaus grupės yra labiausiai tinkamos šiam metodui ir kodėl. Atsakymai padėtų įvertinti metodo taikymo galimybes ir apribojimus įvairioms amžiaus grupėms.

4 klausimas „Kaip nusprendėte, kad šis organizmas ir visa tiriamoji veikla susijusi su juo bus tinkama jūsų ugdytiniais?“ padeda išsiaiškinti, kokiais kriterijais ir metodais buvo vertinama veiklos su gleivūnu tinkamumas mokiniams. Buvo tikimasi, kad atsakymas gali apimti mokslinių tyrimų analizę, pedagogines teorijas ar praktinę patirtį. Taip pat buvo norima sužinoti, kaip ir ar iš viso buvo vertinamas veiklos saugumas, pritaikomumas ir įdomumas. Atsakymai taip pat atskleistų inovacijos diegėjo gebėjimą kritiškai vertinti ir pritaikyti naujus metodus.

5 klausimu „Koks buvo jūsų numatytas užsiėmimų su gleivūnu tikslas? Ar pavyko jį pasiekti?“ bandyta suprasti, kokie buvo pagrindiniai užsiėmimų tikslai ir ar jie buvo pasiekti. Tai leidžia įvertinti edukacinės veiklos sėkmę ir efektyvumą. Bandoma sužinoti, ar buvo numatyti konkretūs ugdymo rezultatai, pvz., žinių gilinimas, kritinio mąstymo skatinimas ar praktinių įgūdžių lavinimas.

6 klausimas „Kiek truko užsiėmimai? Kodėl būtent toks laikotarpis buvo pasirinktas?“ siekia išsiaiškinti užsiėmimų trukmę ir tos trukmės pasirinkimo motyvus. Tai padeda suprasti, kaip buvo planuojamas laikas, kiek laiko buvo skirta veiklai su gleivūnu ir kodėl. Atsakymas atskleistų, ar laikotarpis buvo pakankamas, ar reikėjo daugiau ar mažiau laiko. Atsakymai galėtų leisti įvertinti veiklos laiko valdymą ir jo įtaką ugdymo rezultatams.

7 klausimo „Su kokiais sunkumais susidūrėte rengiant veiklas su gleivūnu? Kaip juos įveikėte?“ atsakymai gali padėti atskleisti, kokie iššūkiai kilo organizuojant ir vykdant veiklas su gleivūnu, ir kaip jie buvo sprendžiami. Tai padeda suprasti galimas kliūtis ir sėkmės veiksnius. Norima sužinoti apie praktinius, logistinius ar pedagoginius sunkumus, kurių numatymas gali padėti kitiems edukatoriams pasiruošti ir geriau planuoti panašias veiklas.

8 klausimas „Kokios buvo ugdytinių reakcijos į gleivūną?“ padeda suprasti mokinių reakcijas ir išpūdžius apie veiklą su gleivūnu. Tai gali apimti jų emocinę reakciją, susidomėjimą ir įsitraukimą. Tikimasi atskleisti, ar mokiniai buvo entuziastingi, ar išreiškė baimę, ar jiems patiko veikla, kaip greitai atsibodo arba interesas išliko iki pat pabaigos. Atsakymai galėtų atskleisti tiriamos edukacinės veiklos poveikį mokiniams ir jų mokymosi patirtį.

9 klausimu „Kas jums pačiam buvo įdomiausia, kuriant ir diegiant ugdomąją veiklą su gleivūnu?“ siekiama išsiaiškinti respondento asmeninę patirtį ir kas jį diegiamoje edukacinėje inovacijoje su *Physarum* gleivūnu labiausiai sudomino. Tai gali padėti suprasti, kas yra labiausiai motyvuojantys ir įkvepiantys veiksniai edukatorių darbui su šiuo neįprastu organizmu. Siekta sužinoti įdomiausius ir vertingiausius aspektus, kurie galėtų būti naudingi kitiems edukatoriams, kaip įkvėpimas imtis veiklų su itin keistu vienaląsčiu modeliniu protistu.

10 klausimas „Kaip bendrai vertinate šio tiriamojo darbo su gleivūnu sėkmę? Ką tobulintumėte?“ padeda įvertinti visą veiklą su gleivūnu ir suprasti, kaip edukatorius vertina savo darbą. Tai leidžia išgirsti respondento nuomonę apie sėkmę ir galimus patobulinimus. Tikimasi sužinoti, kas veikė gerai ir kas galėtų būti pagerinta ateityje, kokie metodai veikė ir kokią gerą patirtį būtų galima pritaikyti kitiems edukatoriams tokiose ar panašiose edukacinėse veiklose.

Tyrimo etapai

1. **Pasirengimas:** interviu klausimyno parengimas, informacijos apie edukacinę veiklą surinkimas.
2. **Duomenų rinkimas:** interviu su edukacijos diegėju.
3. **Analizė:** surinktų duomenų transkripcija, pagrindinių temų identifikavimas ir interpretacija.
4. **Rezultatų sisteminimas:** pagrindinių motyvų, diegimo etapų ir poveikio aptarimas.

Duomenų rinkimas

Duomenys rinkti pusiau struktūruotu interviu būdu. Interviu klausimai buvo suformuluoti taip, kad atskleistų motyvus, diegimo procesą, iššūkius ir vertinimo rezultatus. Interviu buvo transkribuotas ir analizuotas taikant kokybinę content turinio analizę.

Tyrimo etika

Kadangi interviu metu pateikiami pavyzdžiai ar situacijos buvo iš realiai vykusių užsiėmimų, kai kurie interviu momentai, paties informanto prašymu, nebuvo užrašyti arba tyrėjos prašymu buvo paties respondento performuluoti taip, kad nekiltų konfidencialumo ar anonimiškumo problemų.

Duomenų analizė

Interviu su informantu buvo užrašytas su kompiuterine programa *Microsoft Word*. Surinkti duomenys buvo analizuojami, identifikuojant pagrindines temas: motyvus, inovacijos procesą, iššūkius ir poveikį mokiniams.

Turinio analizė buvo pasirinkta siekiant sistemingai analizuoti pusiau struktūruoto interviu metu surinktus duomenis ir identifiкуoti pagrindines edukacinės inovacijos diegimo temas. Pirmiausia, interviu tekstai buvo transkribuoti ir peržiūrėti, užtikrinant jų tikslumą. Duomenys buvo koduojami taikant atvirą kodavimą, išskiriant reikšmingus fragmentus ir priskiriant jiems raktinius žodžius. Kodai buvo sugrupuoti į platesnes kategorijas, tokias kaip „motyvai“, „diegimo procesas“, „iššūkiai“ ir „poveikis“.

Identifikuotos temos buvo interpretuojamos, analizuojant jų sąsajas ir reikšmę inovacijos kontekste. Rezultatai buvo susieti su Zaltman ir kt. (1973) inovacijų modeliu, siekiant išryškinti sėkmės veiksniai. Visos analizės metu buvo užtikrintas dalyvių anonimiškumas, o patikimumas užtikrintas trianguliacija, derinant interviu duomenis su stebėjimo rezultatais. Šis metodas leido struktūruotai išnagrinėti diegimo procesą, iššūkius ir inovacijos poveikį.

Tyrimo rezultatai

Motyvai ir pasiruošimas

Pagrindiniai *P. polycephalum* naudojimo, kaip edukacinės priemonės, motyvai buvo jo unikalumas ir gebėjimas sudominti mokinius. Inovacijos diegėjui kilo mintis panaudoti

gleivūną, netikėtai pamačius video įrašą *Youtube* platformoje. Toks neįprastas organizmas galėjo lengvai patraukti mokinių dėmesį ir skatinti jų susidomėjimą biologija. Pasak Rulevičiaus, „tai organizmas, kuris atrodo netikėtai gudrus ir lengvai sudominantis bet kurį žmogų biologijos dalyku.“ Šis motyvas buvo stiprus veiksnys, skatinantis inovacijos diegimą.

Kitas svarbus motyvas buvo organizmo auginimo paprastumas ir galimybė jį integruoti į namų aplinką. Inovacijos diegėjas pabrėžė, kad *P. polycephalum* yra lengva auginti ir prižiūrėti, todėl mokiniai galėjo tęsti eksperimentus namuose (2 pav.). Tai suteikė papildomos vertės edukaciniams užsiėmimams, leidžiant mokiniams praktikuotis ir tyrinėti savarankiškai. Be to, organizmas suteikė daug idėjų, kaip pristatyti mikrobiologijos ir biologijos temas, tokias kaip laboratorinis darbas, gyvybinių poreikių užtikrinimas, mikrobiologinės higienos taisyklės ir kiti praktiniai įgūdžiai.

Dar vienas inovacijos pasirinkimo veiksnys buvo jos atitikimas inovacijos diegėjo išsikeltiems kriterijams: ji tiko pasirinktai mokinių amžiaus grupei, atitiko išsikeltus tikslus ir uždavinius bei suteikė galimybes plačiai tarpdalykinei integracijai. Taip pat svarbu, kad inovacijai įgyvendinti užteko edukatoriaus turimų resursų ir mokyklos infrastruktūros, o tai leido užtikrinti sklandų užsiėmimą su vienaląsčiu protistu vykdomą.

2 paveikslas

Kairėje: gleivūno auginimas labirinte petri lėkštelėje. Dešinėje: gleivūno auginimas ant agar-agaro terpės petri lėkštelėse



Informacijos apie minimą inovaciją šaltiniai buvo įvairūs, įskaitant tiek vidinius, tiek išorinius veiksnys. Vienas iš pagrindinių išorinių informacijos šaltinių buvo moksliniai pokalbiai (angl. *podcast*) ir informacija iš interneto. Rulevičius sužinojo apie *P. polycephalum* iš *Youtube* platformoje populiariaus pokalbių vedėjo Lex Fridman video pokalbio su evoliucinės biologijos profesoriumi Michael Levin, kuris naudojo šį organizmą namų eksperimentams su savo vaiku. Tokie informacijos šaltiniai parodė inovacijos

potencialą, sudomino ir padėjo suprasti, kaip šį organizmą galima naudoti edukaciniuose užsiėmimuose.

Vidiniai šaltiniai apėmė edukatoriaus asmeninę patirtį ir kūrybiškumą. Rulevičius atskleidė, kad yra baigęs mikrobiologijos ir biotechnologijos bakalaurą, todėl minimas organizmas iš karto atkreipė dėmesį. Edukacinės inovacijos diegėjas pabrėžė, kad šis organizmas yra netikėtas ir gudrus, todėl galėjo sudominti mokinius ir padėti jiems geriau suprasti biologiją. Jis akcentavo, kad buvo lengva sukurti sistemą, kurioje šį organizmą galima auginti, ir užtikrinti sąlygas, kad mokiniai galėtų jį auginti namuose. Tai rodo, kad vidiniai motyvai buvo pagrįsti asmenine nuomone ir įsitikinimais apie šio metodo efektyvumą ir tinkamumą.

Remiantis Janiūnaitės (2004) monografijoje pateiktomis inovacijų klasifikacijomis, pagal taikymo sritį gleivūno naudojimas edukaciniais tikslais gali būti priskiriamas prie mokymo turinio ir mokymo metodų pedagoginių inovacijų. *P. polycephalum* yra netradicinė mokymo priemonė, daugiausiai naudojama užsienio mokyklų ir universitetų praktikoje, skatinanti domėtis mikrobiologija per praktinę veiklą. Tai suteikia mokiniams galimybę stebėti gyvo organizmo elgseną ir augimą, kas anksčiau ir dabar vis dar neprieinama daugelyje Lietuvos mokyklų. Galvojant apie ugdymo veiklas, dirbant su *Physarum*, edukatorius pripažino, kad buvo matyti didelė integruoto gamtamokslinio turinio plotmė, kurią pavyktų atskleisti per neformalius užsiėmimus.

Metodinė inovacija pasireiškia per naujų mokymo metodų ir praktikų įgyvendinimą. *P. polycephalum* buvo naudojamas įvairiems edukaciniams tikslams: mokyti laboratorinio darbo pagrindų, pristatyti gyvybinius organizmų poreikius, skatinti mokinius dirbti mikrobiologinėmis sąlygomis ir lavinti jų kritinį mąstymą. Pasak Rulevičiaus, „kilo daug idėjų, kaip pristatyti temas susijusias su mikrobiologija ir biologija, susijusias su šiuo organizmu“. Tai rodo, kad inovacija apėmė ne tik naują mokymo turinį, bet ir naujus pedagoginius metodus.

Diegimo procesas

Užsiėmimai truko tris savaites, po vieną 45 minučių trukmės sesiją per savaitę. Rulevičius paaiškino, kad toks laikotarpis buvo pasirinktas, siekiant leisti mokiniams priprasti prie naujo organizmo ir jo auginimo specifikos, bet kartu užtikrinti, kad veikla neatsibostų. Tai rodo, kad inovacijos diegimas buvo grindžiamas tiek praktiniais, tiek pedagoginiais sumetimais.

Adaptacijos procesas taip pat buvo svarbus inovacinio proceso aspektas. Mokiniams reikėjo laiko priprasti prie naujo organizmo ir jo auginimo specifikos. Nors pradinukams buvo bandoma pristatyti, kad šis gleivūnas yra tarsi naminis gyvūnėlis, tik ne toks mielas, kaip kačiukas ar šuniukas, nebent pakeisi požiūrį, kad naminiai gyvūnai nebūtinai turi būti mieli ir turėti minkštą kailį. Pasak Rulevičiaus, užsiėmimai truko tris savaites, kad mokiniai galėtų stebėti *Physarum* augimą ir pokyčius laike. Be to, buvo svarbu tinkamai komunikuoti su mokiniams ir paaiškinti, kodėl kai kuriais atvejais užaugo pelėsis, o ne gleivūnas. Tai padėjo mokiniams suprasti gamtos procesus ir ugdė jų gebėjimą prisitaikyti prie netikėtų situacijų ir netgi praradimų.

Iššūkiai ir sprendimai

Diegiant inovaciją, vienas iš pagrindinių sunkumų buvo gyvybingos ir mikrobiologinei taršai atsparios *P. polycephalum* kultūros gavimas ir išlaikymas. *Physarum* yra jautrus organizmas, ir jo auginimas reikalavo tinkamų sąlygų užtikrinimo, kad būtų išvengta užteršimo pelėsiu. Taip pat buvo svarbu užtikrinti, kad mokinių auginami organizmai nebūtų užteršti per greitai ir kad pavyktų atlikti numatytus eksperimentus. Pasak Rulevičiaus, „reikėjo iš anksto pasiruošti eksperimentui ir pratestuoti įvairias sąlygas, kuriose dirbs mokiniai, nes priešingu atveju greit užaugdavo pelėsis, kuris mėgsta šilumą, šaltį ir drėgmę“. Šie iššūkiai buvo įveikti nuosekliai planuojant ir bandant įvairias auginimo sąlygas, kol galiausiai buvo atrastos optimalios ir geriausiai tinkančios sąlygos. Tai rodo, kad inovacinis procesas reikalavo daug kruopštaus pasiruošimo ir nuolatinio stebėjimo.

Poveikis mokiniams

Gleivūno naudojimo edukaciniuose užsiėmimuose sėkmė buvo vertinama atsižvelgiant į kelias svarbias sėkmingų inovacijų savybes. Viena iš jų buvo gebėjimas sudominti ir įtraukti mokinius. Pasak inovacijos diegėjo, mokiniams buvo smalsu ir įdomu stebėti *P. polycephalum* augimą ir elgseną. Nors organizmas buvo „ant šlykštumo ribos“, mokiniai prisiaukino jį kaip naminius augintinius, kai kurie vaikai netgi suteikė vardą savo auginamam gleivūnui. Tai rodo, kad inovacija sugebėjo sukurti emocinį ryšį ir skatino mokinių įsitraukimą.

3 paveikslas

Dvi pradinių klasių mokinės mokosi dirbti prie laminarinio srauto spintos, su pincetais ir kitais laboratoriniais įrankiais



Kita sėkmingos inovacijos savybė buvo gebėjimas perteikti svarbias žinias ir įgūdžius. Eksperimentai su *P. polycephalum* padėjo pradinės mokyklos mokiniams suprasti mikrobiologijos ir darbo laboratorijoje pagrindus. Pasak Rulevičiaus, mokiniai išmoko dirbti su laboratorinėmis priemonėmis, tokiais kaip spiritinė lemputė, pincetas, *parafilmas*, *petri* lėkštelės, agar-agaro mitybinė terpė, Pastero pipetė, kolba ir laikyti higienos taisyklių (3 pav.). Šie praktiniai įgūdžiai yra svarbūs jų ateičiai ir gali padėti geriau suprasti ir įvertinti mokslo svarbą. Inovacija taip pat skatino mokinius domėtis gamtos mokslais ir tyrinėti aplinką, kas yra būtina siekiant ilgalaikio edukacijos efektyvumo.

Išvados

Remiantis tyrimo rezultatais, galima daryti išvadas, kad gleivūno *Physarum* naudojimas švietimo kontekste yra unikali ir nauja praktika Lietuvoje, skatinanti mokinių smalsumą, susidomėjimą biologija ir kritinį mąstymą. Organizmo gebėjimas demonstruoti sudėtingus biologinius procesus, tokius kaip tinklų optimizacija ir aplinkos signalų analizė, suteikė mokiniams galimybę per praktinius užsiėmimus geriau suprasti biologijos pagrindus. Inovacijos diegimą paskatino šio organizmo unikalumas, paprastas auginimas ir galimybė integruoti įvairias gamtamokslines temas į ugdymo procesą. Be to, praktika parodė, kad gleivūno naudojimas suteikia galimybių tarpdalykinei integracijai, apimančiai biologijos, mikrobiologijos, matematikos ir kritinio mąstymo ugdymą.

Taigi, *P. polycephalum* yra efektyvi priemonė mokinių praktiniams įgūdžiams, kritiniam mąstymui ir susidomėjimui biologija skatinti. Tačiau jos sėkmingam diegimui reikia nuoseklaus planavimo, tinkamų resursų ir tolesnių tyrimų, siekiant maksimaliai išnaudoti šios inovacijos potencialą Lietuvos švietimo sistemoje.

Literatūra

- Alim, K., Andrew, N., & Pringle, A. (2013). *Physarum*. *Current Biology*, 23(24), R1082–R1083. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.09.040>
- Beekman, M., & Latty, T. (2015). Brainless but multi-headed: Decision making by the acellular slime mould *Physarum polycephalum*. *Journal of Molecular Biology*, 427(23), 3734–3743. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2015.07.007>
- Bonifaci, V., Mehlhorn, K., & Varma, G. (2011). *Physarum* can compute shortest paths. *Journal of Theoretical Biology*, 309, 121–133. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2012.06.017>
- Chen, X., Gu, S., Zhu, H., Li, Z., Wang, Q., & Li, Y. (2013). Life cycle and morphology of *Physarum pusillum* (Myxomycetes) on agar culture. *Mycoscience*, 54(2), 95–99. <https://doi.org/10.1016/j.myc.2012.09.001>
- Glöckner, G., Golderer, G., Werner-Felmayer, G., & others. (2008). A first glimpse at the transcriptome of *Physarum polycephalum*. *BMC Genomics*, 9, Article 6. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-9-6>
- Janiūnaitė, B. (2004). *Edukacinės novacijos ir jų diegimas*. Kaunas: Technologija.
- Johannson, A., & Zou, J. (2012). A slime mold solver for linear programming problems. In *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 7297* (pp. 344–354). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30870-3_35
- Li, L., Zhang, J., & Sun, G. (2019). Inspiration of the biological behavior of *Physarum polycephalum* on mathematical modeling: Comment on "Does being multi-headed make you better at solving problems? A survey of *Physarum*-based models and computations" by C. Gao et al. *Physics of Life Reviews*, 29, 11–14. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.01.011>

- Murashchenko, O. (2022). Educational innovations, their characteristics and stages of implementation in primary school. *Collection of Scientific Papers of Uman State Pedagogical University*, 2(2022), 120–130. <https://doi.org/10.31499/2307-4906.2.2022.262920>
- Oettmeier, C., Nakagaki, T., & Döbereiner, H. (2020). Slime mold on the rise: The physics of *Physarum polycephalum*. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 53(29), Article 293001. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/ab866c>
- Parrilla, Á. (1999). Educational innovations as a school answer to diversity. *International Journal of Inclusive Education*, 3(2), 93–110. <https://doi.org/10.1080/136031199285066>
- Schaap, P., Barrantes, I., Minx, P., Sasaki, N., Anderson, R., Benard, M., Biggar, K., Buchler, N., Bundschuh, R., Chen, X., Fronick, C., Fulton, L., Golderer, G., Jahn, N., Knoop, V., Landweber, L., Maric, C., Miller, D., ... Marwan, W. (2015). The *Physarum polycephalum* genome reveals extensive use of prokaryotic two-component and metazoan-type tyrosine kinase signaling. *Genome Biology and Evolution*, 8(1), 109–125. <https://doi.org/10.1093/gbe/evv237>
- Savić, S., & Grant, S. (2022). Slime mold and network imaginaries: An experimental approach to communication. *Leonardo*, 55(5), 462–467. https://doi.org/10.1162/leon_a_02248
- Takamatsu, A., Takaba, E., & Takizawa, G. (2009). Environment-dependent morphology in plasmodium of true slime mold *Physarum polycephalum* and a network growth model. *Journal of Theoretical Biology*, 256(1), 29–44. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2008.09.010>
- Zaltman, G., Duncan, R., & Holbek, J. (1973). *Innovations and organizations*. New York: Wiley.

Summary

INFORMAL SCIENCE EDUCATION IN PRIMARY SCHOOL: THE CASE OF IMPLEMENTING *PHYSARUM POLYCEPHALUM* AS AN EDUCATIONAL INNOVATION

Aušrinė Raudoniūtė

Kaunas University of Technology, Lithuania

In the context of STEAM education, it is challenging to find innovative methods that promote student engagement and develop practical skills. This study analyzed the use of the slime mold *Physarum polycephalum* in informal primary science education at a private school in Lithuania. The aim of the study was to examine the implementation process of this innovation, its key motivations, challenges, and impact on student learning. A semi-structured interview revealed that the uniqueness of *P. polycephalum*, its ease of cultivation, and interdisciplinary applicability stimulated students' curiosity, creativity, and critical thinking. The activities enabled students to acquire laboratory skills, explore microbiology, and engage in experimental biology. Although the initiative faced challenges such as microbiological contamination control, proper preparation and ensuring suitable conditions helped to overcome these obstacles. The study results demonstrated that this educational practice could enrich STEAM education by involving students in active learning and enhancing their problem-solving abilities. Successful application of this method requires teacher preparation, information dissemination, and consistent methodological refinement. The use of *Physarum polycephalum* has the potential to become an innovative tool for fostering students' interest in science and its practical applications.

Keywords: STEAM education, *Physarum polycephalum*, educational innovation, non-formal education, inquiry-based learning.

Received 11 November 2024; Accepted 23 December 2024

Cite as: Raudoniūtė, A. (2024). Neformalus gamtamokslinis ugdymas pradinėje mokykloje: Gleivūno *Physarum polycephalum* panaudojimas edukacinėje veikloje [Informal science education in primary school: The case of implementing *Physarum polycephalum* as an educational innovation]. *Gamtamokslinis ugdymas / Natural Science Education*, 21(2), 79–90 <https://doi.org/10.48127/gu-nse/24.21.79>



Aušrinė Raudoniūtė

Teacher, Children Art Studio "Diemedis" & Master Student, Kaunas University of Technology, Lithuania.

E-mail: ausrineraud@gmail.com